Vol.13, No.1, Spring 2024, pp.265-292 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2022.77275.1246 Open access

Detecting Changes in Iran's Climate Zones over the Period 1965-2015

Hengameh Shiravand[a], Zarrin Tahan[a], Seyed Asaad Hosseini[b*]

[a] *Expert of National Center for Climate and Drought Crisis Management, Tehran, Iran*
[b] *Expert of Meteorology, Saghez Meteorological Office, Saghez, Iran*

Received: 20 June 2022 ***Revised: 16 July 2022*** ***Accepted: 29 July 2022***

Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in Iran's climate zones during the periods 1965-1975, 1976-1985, 1986 -1955, 1996-2005, 2006-2015. For this purpose, the weather data (minimum, maximum, average), humidity (minimum, maximum, average), rainfall, wind and sunshine for 411 synoptic stations during the period 1965 to 2015 were collected and analyzed by the Iran's Meteorological Organization. Moreover, the Asafzari database was also used in two sections. The first section was formed with the help of 1434 stations from the beginning of 1961 to 2004 and the second section from 2004 to 2015 with the help of 960 stations. At first, factors influencing the climate of Iran were analyzed using factor analysis and then clustered using cluster analysis. In order to validate the identified areas, Silhouette Index (SI) was used. The results showed that most of the spatial variations during the five periods studied were very hot and dry (very low rainfall and high temperature), warm and dry (low rainfall and high temperatures), and cold and dry (low rainfall and low temperature) so that each of these three areas, for example, the cold and dry (low rainfall and low temperature) areas, reduces. On the contrary, the size of the two other areas increased. This dimension of change in the first and second period has been quite evident. The results of the silhouette analysis also showed that more than 92 percent of the Iran's zones were located right in their group, which indicates the high validity of the identified areas.

Keywords: Climate Classes, Periodic Changes, Silhouette Index (SI), Cluster Analysis, Iran

---

* .Corresponding author: Seyed Asaad Hosseini Email: Hosseini.asad8@gmail.com Tel:+989378402804

How to cite this Article: Shiravand, H., Tahan, Z & Hosseini. S.A. (2024). Detecting changes in Iran's climate zones over the period 1965 to 2015. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 13(1) ,265-292.

DOI: 10.22067/geoeh.2022.77275.1246

Geography and Environmental Hazards
Volume 13, Issue 1 - Number 49, Spring 2024
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.77275.1246
جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال سیزدهم، شمارۀ چهل و نهم، بهار ۱٤۰۳، صص ۲۹۲-۲٦٥

مقاله پژوهشی

آشکارسازی تغییرات مناطق آب‌وهوایی ایران طی دوره ۱۹٦٥ تا ۲۰۱٥

هنگامه شیراوند- کارشناس مرکز ملی اقلیم و مدیریت بحران خشکسالی، تهران، ایران
زرین طحان- کارشناس مرکز ملی اقلیم و مدیریت بحران خشکسالی، تهران، ایران
سید اسعد حسینی[1]- کارشناس هواشناسی، اداره هواشناسی سقز، سقز، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۳/۳۰ **تاریخ بازنگری:** ۱٤۰۱/٤/۲٥ **تاریخ تصویب:** ۱٤۰۱/٥/۷

چکیده

هدف این مطالعه بررسی تغییرات مناطق آب‌وهوایی ایران طی دوره‌های ۱۰ ساله از سال ۱۹٦٥ تا ۲۰۱٥ است. بدین منظور از داده‌های دما، رطوبت، بارش، باد و ساعت آفتابی، ٤۱۱ ایستگاه همدید کشور و پایگاه داده‌ای اسفزاری نیز در دو بخش استفاده شد. بخش اول به کمک ۱٤۳٤ ایستگاه از ابتدای سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۰٤ و بخش دوم از سال ۲۰۰٤ تا ۲۰۱٥ به کمک ۹٦۰ ایستگاه تشکیل شد. ابتدا به کمک تحلیل عاملی، عوامل مؤثر بر آب‌وهوای ایران بررسی و سپس به کمک تحلیل خوشه‌ای طبقه‌بندی آب‌وهوایی صورت گرفت. به‌منظور اعتبارسنجی مناطق شناسایی شده از تحلیل سیلهوته (SI) بهره گرفته شد. نتایج نشان داد طی دوره‌های مختلف، طبقات آب‌وهوایی ایران دچار تغییرات قابل‌توجهی شده‌اند. بیشترین تغییرات مکانی مربوط به منطقه بسیار گرم و خشک، گرم و خشک و سرد خشک بوده که طی دوره‌های مختلف به‌طور مکرر تغییر پیدا کرده‌اند. شدیدترین تغییرات منطقه‌ای در دوره ۱۰ ساله دوم (۱۹۸٥-۱۹۷٦) نسبت به دوره ۱۰ ساله اول (۱۹۷٥-۱۹٦٥) و دوره ۱۰ ساله پنجم (۲۰۱٥-

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۳۷۸٤۰۲۸۰٤ Email: Hosseini.asad8@gmail.com

نحوه ارجاع به این مقاله:

شیراوند، هنگامه، طحان، زرین، حسینی، سید اسعد. (۱٤۰۳). آشکارسازی تغییرات مناطق آب و هوایی ایران طـی دوره ۱۹٦٥ تـا ۲۰۱٥. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۳(۱). صص ۲۹۲-۲٦٥

https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.77275.1246

۲۰۰۶) نسبت به دوره ۱۰ ساله چهارم (۲۰۰۵–۱۹۹۶) مشاهده شده است. همچنین بر اساس نتایج حاصل در دوره‌های اخیر بر وسعت مناطق بسیار گرم خشک و گرم خشک افزوده شده و بر عکس از وسعت مناطق سرد و خشک و معتدل مرطوب کاسته شده است. نتایج حاصل از تحلیل سیلهوته نیز نشان داد که در بیش از ۹۲ درصد از پهنه کشور، نقاط به‌درستی در گروه خود قرار گرفتند که بیانگر اعتبارسنجی بالای مناطق شناسایی شده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، طبقات آب‌وهوایی، تغییرات دوره‌ای، شاخص سیلهوته، تحلیل خوشه‌ای

۱- مقدمه

یکی از راه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت مناطق آب‌وهوایی شناخت خصوصیات آب‌وهوایی و مناطق تحت پوشش آن‌ها است. از ابزارهای بسیار مفید در فهم نظام زمانی مکانی آب‌وهوا، پهنه‌بندی مبتنی بر عناصر آب‌وهوایی مؤثر بر هر منطقه است (اشرفی و عساکره، ۱۳۸۸). هدف هر طبقه‌بندی تعیین نظم و ترتیب مؤثر بر داده‌ها به شکل عمومی و ساده است (حیدری، ۱۳۷۸). به این معنی که افرادی که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر هستند در یک گروه قرار گیرند (فرشادفر، ۱۳۸٤) بدین ترتیب می‌بایست مشخصات مختلفی از گروه‌های افراد را اختیار نمود. مطالعه گروهی به دو دلیل عمده صرفه‌جویی در زمان و کشف روابط و قوانین حاکم بر آن‌ها صورت می‌گیرد (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۰). یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای طبقه‌بندی آب‌وهوا، روش‌های چند متغیره است در این روش این امکان وجود دارد که آب‌وهوای یک منطقه را بر اساس تعداد متغیرهای بی‌شماری طبقه‌بندی کرد. بررسی و شناخت نوع آب‌وهوا یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن تعیین‌کننده آب‌وهوای هر منطقه است. به‌طوری‌که تعیین نواحی آب‌وهوای یک منطقه مستلزم شناخت عوامل ناهمگنی آب‌وهوا در طول زمان و مکان است (لوبل و همکاران[1]، ۲۰۰۸؛ هاردینگ و همکاران[2]، ۲۰۱۰). در واقع آب‌وهوا، تمامی عناصر جوی را در بر می‌گیرد. بااین‌وجود طبقه‌بندی آب‌وهوای یک منطقه بر مبنای چند عنصر تأثیرگذار تا حدودی می‌تواند آب‌وهوای یک منطقه را تعیین کند. طبقه‌بندی آب‌وهوایی یک منطقه زمانی به‌خوبی انجام می‌گیرد که با استفاده از پارامترهای آب‌وهوایی مؤثر انجام شود (**نظری پور و همکاران، ۱۳۹۳**). ازجمله اولین کسانی که از این روش استفاده کرده است، استاینر[3] (۱۹۵٦) بود که آب‌وهوای ایالات‌متحده را بر اساس روش‌های چند متغیره طبقه‌بندی نمود. میشائیلیدو و همکاران[4]

1 Lobell et al
2 Harding et al
3 Steiner
4 Michailidou et al

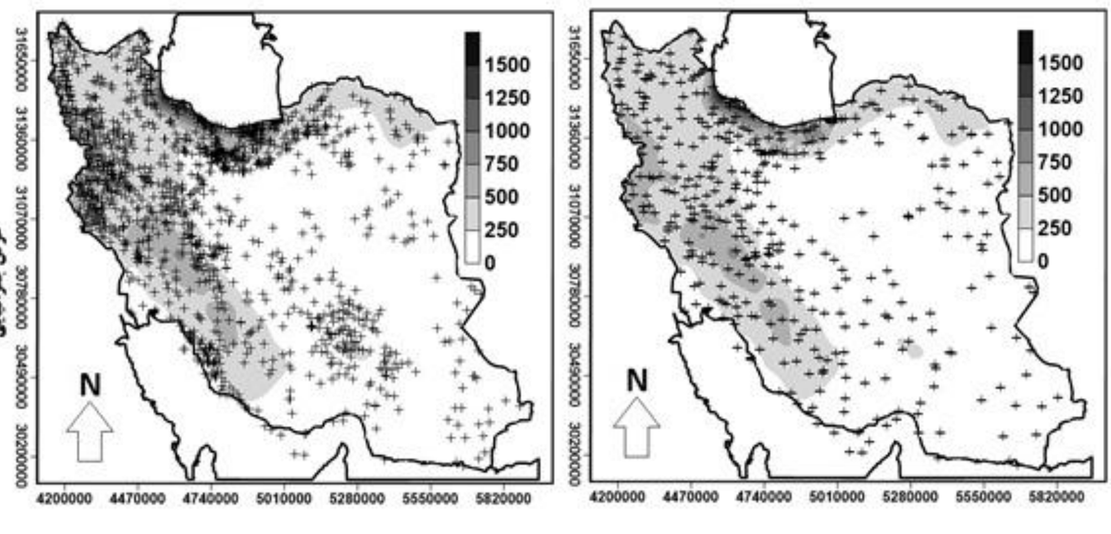
(۲۰۰۹) با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای به طبقه‌بندی اقلیمی دو شهر آتن و تسولانیکی در یونان پرداختند. نتایج برای شهر آتن، ٦ و برای تسولانیکی، ۵ نوع اقلیم متفاوت را نشان داد. لام توین و همکاران[1] (۲۰۱۰) با کاربرد تحلیل خوشه‌ای بر نمایه‌های عدم آسایش در تابستان و زمستان چین، پنج منطقه آب‌وهوایی را شناسایی کردند. کابررا و همکاران[2] (۲۰۱۲) با استفاده از داده‌های بارش و روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی K-Mean و چرخش واریماکس درنهایت دو گروه بارشی را برای کشور مکزیک ارائه دادند. مسگری و همکاران[3] (۲۰۲۲) به بررسی تغییرات بارش در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا پرداختند. نتایج نشان داد در بیشتر مناطق موردمطالعه ازجمله بخش اعظم ایران میزان بارش کاهش یافته است. در مطالعه مشابهی مجدی و همکاران[4] (۲۰۲۲) نیز به چنین نتیجه‌ای دست یافتند. در زمینه منطقه‌بندی آب‌وهوایی در ایران مطالعات زیادی انجام شده است ازجمله این مطالعات می‌توان به پژوهش‌های **سلیقه و همکاران (۱۳۸۷)**؛ **سلیمانی و همکاران (۱۳۹۲)**؛ **موحدی و همکاران (۱۳۹۱)**؛ **منتظری و بای (۱۳۹۱)**؛ **خسروی و آرامش (۱۳۹۱)**؛ **عساکره و دوستکامیان (۱۳۹۵)** و **کریم‌وندی و طاهریان (۱۳۹٦)** اشاره کرد. **قاسمی‌فر و ناصرپور (۱۳۹۳)** به پهنه‌بندی اقلیمی ناحیه زاگرس بر اساس میانگین ماهانه دما و بارش پرداختند. یافته‌ها بر اساس تحلیل مؤلفه اصلی که ۹۱/۸٤ درصد از واریانس متغیرها را توجیه می‌کرد ۵ ناحیه اقلیمی را نشان داد. **شائمی و همکاران (۱۳۹۵)** به بررسی و پهنه‌بندی شاخص‌های آب‌وهوایی کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. نتایج نشان داد که تمامی ایستگاه‌های منتخب از نظر شرایط رطوبتی در گروه آب‌وهوای مدیترانه‌ای بری و از نظر رژیم حرارتی در طبقه قاره‌ای قرار می‌گیرند. **گل‌کار و همکاران (۱۳۹۵)** با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای به پهنه‌بندی آب‌وهوایی استان خراسان جنوبی پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که آب‌وهوای استان متأثر از ٦ عامل (دما، رطوبت، باد، یخبندان، بارش و ساعات آفتابی) است که مؤلفه‌های مذکور حدود ۹٦/۵ درصد رفتار اقلیمی استان را تبیین می‌کنند. **دوستکامیان و همکاران (۱۳۹٦)** با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به بررسی تغییرات پهنه‌های سرد و گرم ایران پرداختند. نتایج نشان که پهنه‌های دمایی گرما به سمت دوره‌های اخیر علاوه بر اینکه به لحاظ گستره مکانی به سمت عرض‌های بالاتر کشیده شده است نسبت به دوره‌های اخیر ۱/۳ درجه سلسیوس افزایش داشته است. درحالی‌که پهنه‌های دمایی سرد به سمت دوره‌های اخیر علاوه بر اینکه از وسعت مکانی آن‌ها کاسته شده است مقدار دمای آن‌ها هم افزایش داشته است. **اقبالی و همکاران (۱٤۰۱)** در پیکربندی بهینه مدل RegCM4.5 مبتنی بر پهنه‌های اقلیمی نشان دادند که انتخاب پیکربندی بهینه مبتنی بر طبقه اقلیمی

1 Lam Tony et al
2 Cabrera et al
3 Mesgari et al
4 Majdi et al

می‌تواند عملکرد مدل‌های منطقه‌ای را در پیش‌بینی فصلی بارش ایران افزایش دهد. لذا با توجه به اهمیت بررسی تغییرات مناطق آب‌وهوایی، در این پژوهش آشکارسازی تغییرات مناطق آب‌وهوایی ایران طی دوره‌های ۱۰ ساله مختلف در یک دوره بلندمدت (۲۰۱۵–۱۹٦۵) موردبررسی و تحلیل قرار گیرد.

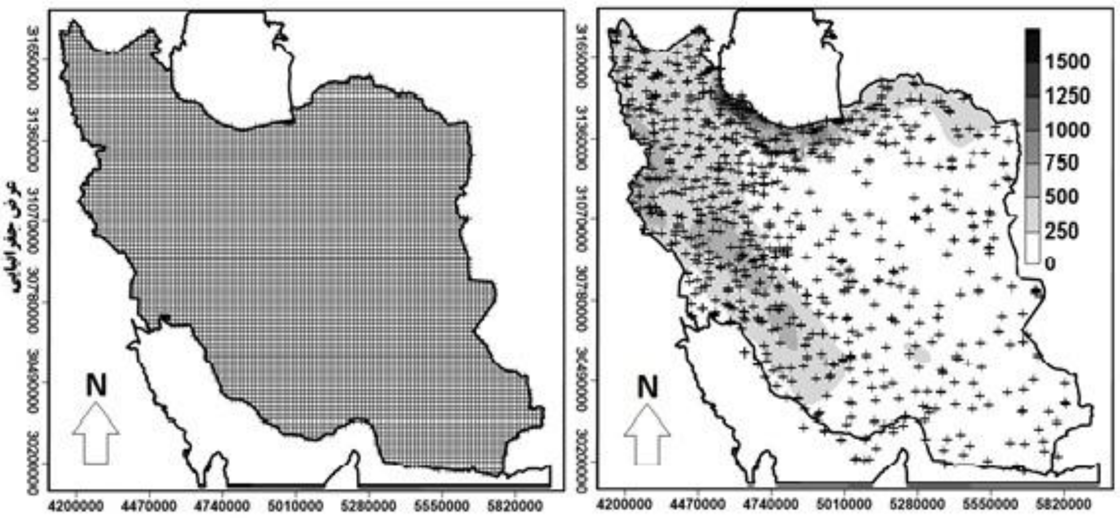
۲- داده‌ها و روش‌شناسی

هدف از این پژوهش بررسی تغییرات مناطق آب‌وهوایی ایران طی دوره‌های ۱۰ ساله مختلف (۱۹۷۵–۱۹٦۵، ۱۹۸۵–۱۹۷٦، ۱۹۹۵–۱۹۸٦، ۲۰۰۵–۱۹۹٦، ۲۰۱۵–۲۰۰٦) است. به این منظور داده‌های دما (کمینه، بیشینه، میانگین)، رطوبت (کمینه، بیشینه، میانگین)، بارش، باد و ساعت آفتابی برای ٤۱۱ ایستگاه همدیدی طی دوره ۱۹٦۵ تا ۲۰۱۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. کنترل کیفی داده‌ها و همگنی علاوه بر اینکه توسط خود سازمان هواشناسی جدیداً انجام می‌شود اما مجدد جهت اطمینان کامل کنترل کیفی داده‌ها انجام شده است. همچنین در این پژوهش از داده‌های پایگاه اسفزاری استفاده شد که شبکه‌بندی و توزیع مکانی آن به همراه موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی در شکل (۱) آورده شده است.



الف: پایگاه داده‌های اولیه

ب: پایگاه داده‌های اسفزاری بخش اول



ج: پایگاه داده‌های اسفزاری بخش دوم **د: شبکه‌بندی منظم پایگاه داده‌ای اسفزاری**

شکل ۱- توزیع مکانی ایستگاه‌های مطالعاتی و پایگاه داده‌های مورداستفاده در پژوهش

بعد از آماده‌سازی پایگاه داده‌ها، با استفاده از روش تحلیل عاملی، عامل‌های مؤثر بر آب‌وهوای ایران مشخص شدند. تجزیه‌وتحلیل عاملی تکنیکی آماری است که بین مجموعه‌ای فراوان از متغیرهایی که به‌ظاهر بی‌ارتباط هستند رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار می‌کند؛ بنابراین، یکی از اهداف اصلی تکنیک مذکور، کاهش ابعاد داده‌ها است؛ یعنی مجموعه متغیرهای اصلی را به یک مجموعه کوچک‌تری تبدیل می‌کند به‌طوری‌که این مجموعه کوچک جدید علت بیشتر واریانس موجود در داده‌ها باشد (**فرشادفر، ۱۳۸۹**). ازآنجایی‌که دو عامل دمایی و بارشی مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر آب‌وهوای ایران بودند در ادامه با توجه به دسترس بودن پایگاه شبکه اسفزاری در این مرحله دما و بارش از پایگاه داده‌های اسفزاری استخراج گردید. داده‌های اسفزاری در دو بخش تهیه شده است. بخش اول پایگاه داده‌ی اسفزاری توسط دکتر مسعودیان با تفکیک مکانی ۱۵× ۱۵ کیلومتر برای دوره‌ی ۱۳٤۰/۱/۱ تا ۱۳۸۳/۱۲/۲۹ برای ۱٤٦۱ ایستگاه به ابعاد ۱۵۹۹۲×۷۱۸۷ روز تولید شده است؛ بنابراین داده‌های این پایگاه دارای تفکیک مکانی ۱۵× ۱۵ کیلومتر بوده و در قالب سیستم تصویر لامبرت مخروطی تولید شده است و در قالب یک ماتریس ۷۱۸۷× ۱۵۹۹۲ با آرایش S (زمان در سطرها و مکان در ستون‌ها) مرتب شده است. بخش دوم داده‌ها با استفاده از ۹٦۰ ایستگاه سینوپتیک از تاریخ ۱۳۸۳/۱۲/۲۹ تا ۱۳۹۵/۱۰/۰۹ با استفاده از همان روش و همان تکنیک (در قالب سیستم تصویر لامبرت مخروطی) به پایگاه داده‌ای اول اضافه شده است که درمجموع ماتریسی به ابعاد ۱۸٦۲۸×۷۱۸۷ ایجاد گردیده است. بعد از تکمیل پایگاه داده‌ای با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی عناصر آب‌وهوایی مؤثر بر ایران به منطقه بندی آب‌وهوایی ایران طی دوره‌های مختلف (۱۹۷۵-۱۹٦۵، ۱۹۸۵-۱۹۷٦،

۱۹۹۵-۱۹۸۶، ۲۰۰۵-۱۹۹۶، ۲۰۱۵-۲۰۰۶) پرداخته شده است. تحلیل خوشه‌ای مجموعه کثیری از داده‌ها را برحسب فاصله آن‌ها به خوشه یا دسته‌های کوچک‌تری تقسیم می‌کند. به‌این‌ترتیب که متغیرهای که از همدیگر فاصله کمتری دارند را دریک گروه قرار می‌دهد؛ بنابراین در تحلیل خوشه‌ای محقق به دنبال این است که دسته‌های واقعی متغیرها را مشخص و تعداد آن‌ها را کاهش دهد. ازاین‌رو می‌توان گفت هدف اصلی روش خوشه‌بندی ایجاد گروه‌ها و طبقاتی است که تنوع درون‌گروهی آن‌ها کمتر از تنوع و تفرق بین گروهی است (کالکستین[1]، ۱۹۸۷). به‌منظور اعتبارسنجی منطقه‌های شناسایی شده به کمک تحلیل خوشه‌ای از تحلیل سیلهوته بهره گرفته شده است. روش اعتبار سیلهوته بر اساس میانگین فاصله هریک از نمونه‌های یک خوشه با تمام نمونه‌های موجود در همان خوشه و میانگین فاصله کل نمونه موجود در خوشه‌های دیگر با یک خوشه مشخص تعریف می‌شود. بر اساس این دیدگاه برای هر خوشه میزان پراکندگی و همبستگی داده‌ها تعیین می‌شود که مقادیر بیشینه این شاخص برای تعیین تعداد بهینه خوشه بکار می‌رود:

$$S(i) = \frac{(b(i) - a(i))}{max\{b(i), a(i)\}} \qquad (۱)$$

در این رابطه $a(i)$ نمایانگر تشابه نداشتن یک نمونه با نمونه‌های دیگر در یک خوشه و $b(i)$ نمایانگر تشابه نداشتن یک نمونه نسبت به همه نمونه‌ای موجود در خوشه‌ای دیگر (نزدیک‌ترین خوشه‌ها) است. مقدار شاخص‌های اعتبارسنجی سیلهوته بین۱ و ۱- متغیر است درصورتی‌که این شاخص برابر ۱ باشد نمایانگر این است که خوشه‌بندی به‌درستی صورت گرفته است. اگر مقدار شاخص نزدیک صفر باشد این بدین معناست که نمونه را می‌توان به یک خوشه نزدیک‌تر نسبت داد و نحوه قرارگیری نمونه از دو خوشه به یک اندازه دور است. درصورتی‌که این شاخص برابر ۱- شد این بدین معناست که خوشه‌بندی به‌درستی صورت نپذیرفته است (دوستکامیان و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین برای انتخاب برش نمودار درختی حاصل از تحلیل خوشه‌ای (انتخاب تعداد منطقه مناسب) از آزمون اختلاف میانگین در قالب یک نمودار باکس پلات جهت به دست آوردن یک نمای کلی از هر منطقه استفاده شده است که نتایج آن در کنار هر نمودار درختی ارائه شده است. در این نمودار تعداد باکس پلات‌ها برای هر دوره بیانگر محل برش نمودار درختی حاصل از تحلیل خوشه‌ای نیز است.

1 Kalkstein

۳- نتایج و بحث

جدول (۱) شناخت سهم هر عامل را در تبیین مجموع واریانس تمام متغیرها را نشان می‌دهد. این جـدول از دو قسمت تشکیل شده است. اولین بخش مقادیر ویـژه اولیـه نـام دارد کـه خـود مقـدار ویـژه، درصـد از واریانس و درصد تجمعی از واریانس را برای هرکدام از عامل‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱- سهم هر عامل در تبیین مجموع واریانس تمام متغیرها

FCA	مقادیر ویژه اولیه			مجموع مجذورات بارهای عاملی چرخش یافته		
	مقدار ویژه	واریانس (٪)	درصد تجمعی (٪)	مقدار ویژه	واریانس (٪)	درصد تجمعی (٪)
۱	٤/٤۰۷	٤۸/۹٦۹	٤۸/۹٦۹	٤/۰۹	٤۵/٤٤۲	٤۵/٤٤۲
۲	۳/۰۹	۳٤/۳۳٤	۸۳/۳۰۳	۳/٤۰۷	۳۷/۸٦۱	۸۳/۳۰۳
۳	۰/۸۵۷	۹/۵۲۵	۹۲/۸۲۸	–	–	–
٤	۰/۳۳۹	۳/۷٦۷	۹٦/۵۹۵	–	–	–
۵	۰/۱۹۲	۲/۱۳۱	۹۸/۷۲۷	–	–	–
٦	۰/۰۸۱	۰/۸۹۸	۹۹/٦۲٤	–	–	–
۷	۰/۰۲٤	۰/۲٦۷	۹۹/۸۹۱	–	–	–
۸	۰/۰۱	۰/۱۰۹	۱۰۰	–	–	–
۹	۰۹E-۷/۹۲	۰۸E-۸/۸۱	۱۰۰	–	–	–

بخش دوم جدول (۱) مجموع مجذورات بارهای عاملی استخراج شده را بعد از چرخش نشان می‌دهد. در واقع مقادیر این بخش، توزیع واریانس را بعد از چرخش عامل‌ها نشان می‌دهد. با توجه به این‌که مهم‌ترین ویژگی تکنیک تجزیه‌ی عاملی این است که بتواند رابطه‌ی بین متغیرهای اولیه و عامل‌های ایجاد شده را به‌صورت واضح و ساده بیان کند و عامل‌های ایجاد شده از نظر علمی (اقلیم‌شناسی سینوپتیک) قابل توجیه و بهتر تفسیر شوند، عامل‌های مذکور به روش چرخش متعامد (واریماکس) دوران داده شدند. باید توجه داشت که یک تحلیل عاملی خوب همواره تحلیلی است که به کمک تعداد عامل‌های کم، بتوانند مقدار زیادی از واریانس مجموعه از متغیرها را بیان کند. بر اساس جدول (۲) دو عامل توانستند نزدیک به ۸۰/۳ درصد از مجموع واریانس متغیرها را توجیه کنند. از نتایج حاصل از این بخش در تحلیل خوشه‌ای در دوره‌های مختلف موردمطالعه استفاده شده است.

جدول ۲- ماتریس همبستگی بین گویه‌ها و عامل‌ها بعد از چرخش واریمکس

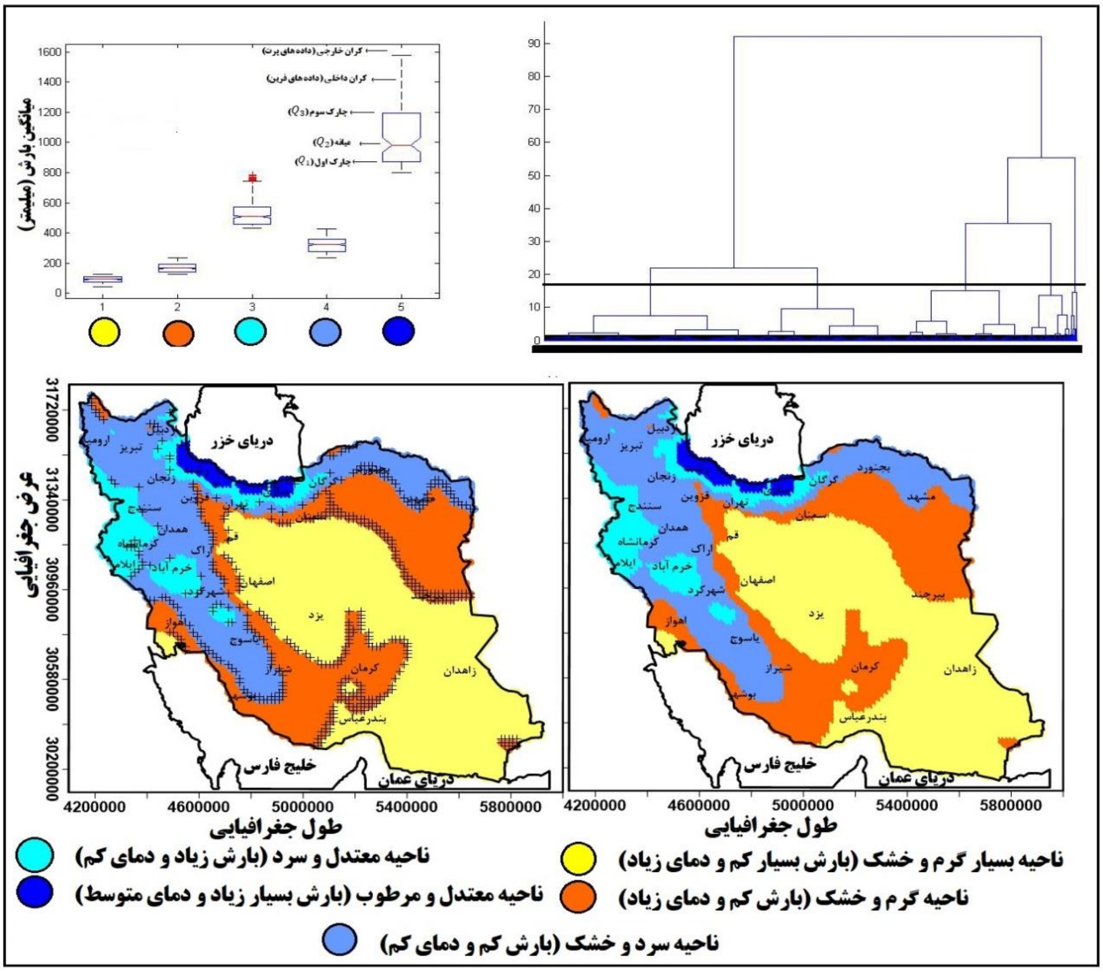
پارامتر	بارش	باد	بیشینه رطوبت	کمینه رطوبت	میانگین رطوبت	بیشینه دما	کمینه دما	میانگین دما	ساعت آفتابی
عامل اول	-۰/۲۹	۰/۴۷	۰/۲۹	۰/۲۰	-۰/۱۱	۰/۹٤	۰/۹٥	۰/۹۹	۰/٤٤
عامل دوم	۰/۹۱	-۰/٦٥	۰/٥۷	۰/٦٥	۰/۷۰	۰/۰۲	-۰/۱۳	-۰/۰۳	-۰/۱٤

۳-۱- منطقه‌بندی آب‌وهوایی دوره اول (۱۹۷٥-۱۹٦٥)

به‌منظور بررسی تغییرات منطقه‌ای آب‌وهوای ایران طی دوره‌های مختلف (۱۹۷٥-۱۹٦٥، ۱۹۸٥-۱۹۷٦، ۱۹۹٥-۱۹۸٦، ۲۰۰٥-۱۹۹٦، ۲۰۱٥-۲۰۰٦) از تحلیل خوشه‌ای و برای اعتبارسنجی آن از تحلیل سیلهوته بهره گرفته شده است. برای این منظور با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی عامل‌های دما و بارش نمودار درختی حاصل از آن ترسیم گردیده است که نتایج حاصل از آن در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود بر اساس نمودار باکس پلات میانگین برون گروهی اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. در شکل ۲ (نمودار باکس پلات) جعبه‌ی این نمودار شرایط معمول پارامتر آب‌وهوای موردنظر در هر منطقه را بیان می‌کند. داده‌هایی که در کران خارجی نمودار ($F = Q_2 \pm 3(Q_3 - Q_1)$) قرار گرفته باشند داده‌های پرت نامیده می‌شوند و اگر داده‌ها در کران داخلی نمودار ($F = Q_1 \pm 1.5(Q_3 - Q_2)$) قرار بگیرند، داده‌های فرین نامیده می‌شوند. دماهایی که در کران داخلی این نمودار قرار می‌گیرند، اگرچه روزهای پربارشی محسوب می‌شوند اما از آب‌وهوا منطقه مورد انتظار بوده و جزء رویدادهای فرین دمایی به حساب می‌آیند. جایگاه خط میانه در این نمودار، نوسان مقادیر در اطراف میانه را بیان می‌کند. در واقع جایگاه میانه نوع چولگی (مثبت یا منفی) را تداعی می‌کند (**عساکره و دوستکامیان، ۱۳۹٥**). اگر میانه در وسط جعبه باشد چولگی صفر است و داده‌ها از توزیع متقارنی حول میانه برخوردارند اما اگر میانه به سمت پایین باشد مقادیر چوله به چپ و اگر در سمت بالا باشد مقادیر چوله به راست خواهند بود. همچنین اگر خطوط عمود بر جعبه طول یکسانی داشته باشند، توزیع مقادیر داده‌ها تقریباً متقارن و اگر دنباله‌ی بالایی طویل‌تر باشد توزیع مقادیر به‌طور منفی چوله و در عکس این حالت توزیع داده‌ها به‌طور مثبت چوله است. بررسی وضعیت نمودار باکس پلات در دوره اول بیانگر این است که در دوره ۱۰ ساله اول منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) بارش دارای چوله به چپ و خط میانه به سمت پایین تمایل پیدا کرده است که این بیانگر فراوانی بیشتر داده‌های بیشتر از میانگین در این منطقه در دوره اول (۱۹۷٥-۱۹٦٥) می‌باشد. از طرف دیگر اختلاف زیاد کران خارجی با چارک سوم نسبت به کران خارجی با چارک اول بیانگر رخداد فراوانی بیشتر فرین‌ها مورد انتظار (یعنی فرین‌های که رخداد آن‌ها یک امر طبیعی در این منطقه می‌باشد) در منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) می‌باشد. در منطقه یک (۱۹۷٥-۱۹٦٥) و دوم خط میانه به سمت

بالای جعبه تمایل پیدا کرده است که بیانگر چوله به راست بودن توزیع داده‌ها در این دوره می‌باشد (شکل ۲).

در دوره اول با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی پارامترهای خانواده دما و بارش در دوره اول پنج منطقه شناسایی شدند. اعتبارسنجی منطقه‌های شناسایی شده بر اساس تحلیل سیلهوته انجام شده است. در این شکل‌ها نقاط بر روی خوشه‌ها نقاطی هستند که بر اساس تحلیل سیلهوته مشکوک بوده و به‌درستی در خوشه‌های خود جای نگرفته است. اگر دقت شود این نقاط بیشتر در امتداد مرزهای هر منطقه می‌باشد که بیانگر این است که منطقه‌بندی به‌خوبی انجام شده است اما مرز مناطق می‌توانست جابجایی‌هایی را داشته باشد البته تعداد نقاط آن‌قدر زیاد نیست که بتوانند مرز اصلی منطقه‌بندی را خدشه‌دار کند (شکل ۲). بررسی وضعیت مناطق آب‌وهوای در این دوره بیانگر این است که بیشتر مساحت کشور تحت سیطره منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیار کم و دمای بسیار زیاد) و منطقه گرم خشک (بارش کم و دمای زیاد منطقه ۲) می‌باشد (شکل ۲). منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیار کم و دمای بسیار زیاد) که بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته بخش‌های زیادی از مناطق مرکزی به‌ویژه استان‌های یزد، بخش‌های از اصفهان، کرمان، زاهدان و بیرجند را در بر گرفته است که ٤۰/۲ درصد از پهنه ایران را پوشش داده است (جدول ۱). میانگین بارش در این منطقه با ۹۲/۱۸ میلی‌متر به کمترین مقدار خود نسبت به سایر مناطق رسیده است و از طرفی دیگر میانگین دمای نزدیک به ۲۰/۳۳ درجه سلسیوس تأییدی دیگر بر خشک و گرم بودن این منطقه دارد. کما اینکه اختلاف نمایه‌های مرکزی دما و به‌ویژه بارش بیانگر توزیع مکانی بالای دما و بارش در منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیار کم و دمای بسیار زیاد منطقه ۱) می‌باشد.



شکل ۲- طبقه‌بندی آب‌وهوا بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته طی دوره (۱۹۷۵-۱۹٦۵)

منطقه گرم خشک (بارش کم و دمای زیاد) بیشتر مناطق مرکزی و بخش‌های از جنوب و شمال شرق کشور را در بر گرفته است که ۲۷/۱ درصد از گستره ایران را در بر می‌گیرد و بیشتر شامل استان‌های بوشهر، کرمان، سمنان، بخش‌های از مشهد، شیراز خوزستان و همچنین بخش‌های از قم و اصفهان است (شکل ۲). منطقه سرد و خشک (منطقه بارش کم و دمای کم) بیشتر به‌صورت نواری حاشیه ارتفاعات کشور را پوشش می‌دهد و استان‌های زنجان، تبریز، بخش‌های از همدان، شیراز، مشهد، بخش‌های شمالی بوشهر، کرمانشاه و ارومیه را شامل می‌شود (شکل ۲). میانگین بارش و دما در این منطقه به ترتیب برابر با ۳۲۱/۹۲ میلی‌متر و ۱٤/۹۷ درجه سلسیوس می‌باشد (جدول ۳). در این منطقه دما از ضریب تغییرات بالایی (۲۵/۱۷ درصدی) برخوردار است؛ درصورتی‌که بارش دارای ضریب تغییرات مکانی برابر با ۱٦/۲ درصد است که نشان می‌دهد توزیع مکانی دما در شکل‌گیری این منطقه بیشتر از بارش نقش داشته است (شکل ۲).

جدول ۳- مشخصات توصیفی مناطق آب‌وهوای برای دوره ۱۹۷۵-۱۹۶۵

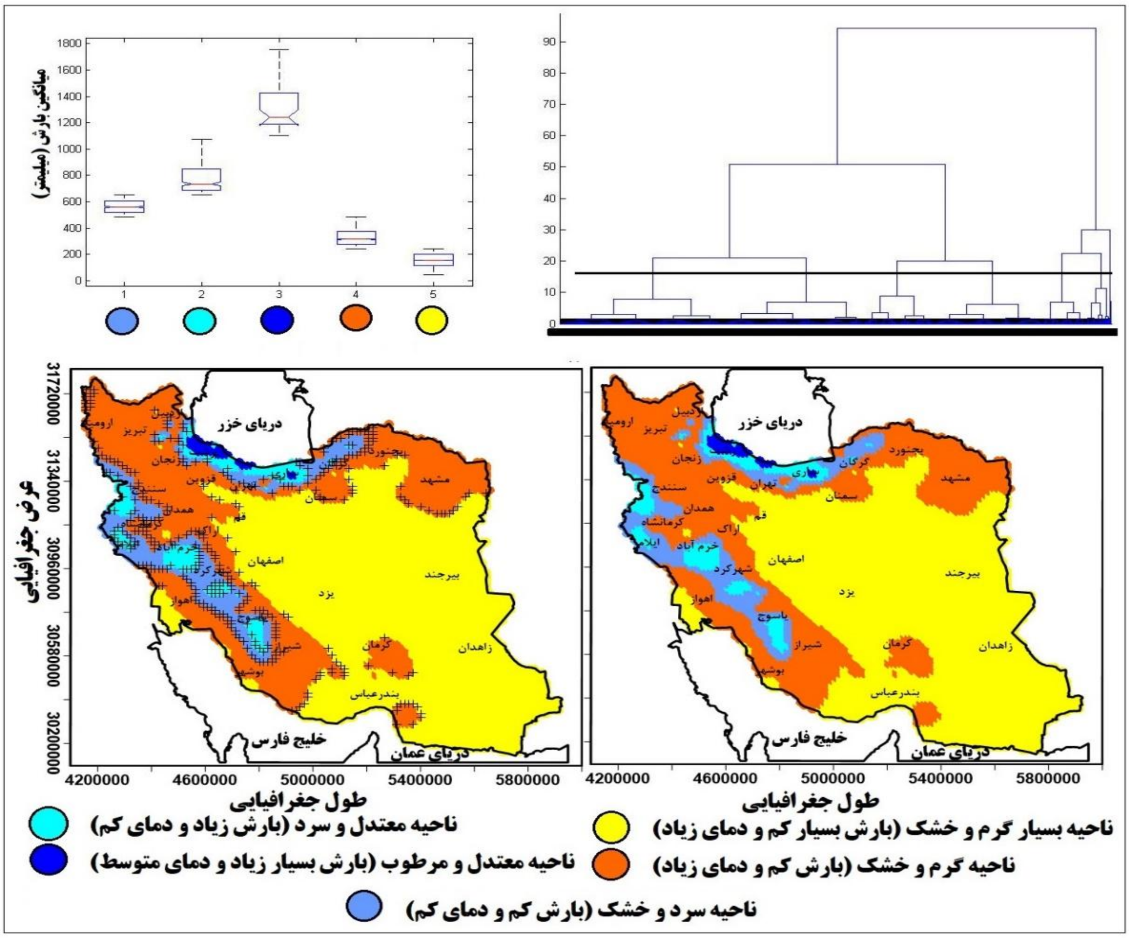
منطقه	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ۴		منطقه ۵	
پارامتر	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۲۰/۳۳	۹۲/۱۸	۱۷/۹۰	۱۷۰/۴۷	۱۴/۱۴	۵۲۹/۶۹	۱۴/۹۷	۳۲۱/۹۲	۱۵/۵۴	۱۰۵۵/۹۲
میانه	۱۹/۷۱	۹۲/۴۰	۱۶/۸۳	۱۶۵/۶۸	۱۴/۳۷	۵۰۷/۰۶	۱۳/۷۷	۳۲۳/۱۵	۱۵/۷۵	۹۸۲/۵۸
مد	۱۲/۸۲	۴۳/۹۸	۱۰/۸۰	۱۲۶/۸۸	۹/۱۹	۴۲۹/۰۳	۷/۳۱	۲۳۶/۰۱	۱۲/۵۲	۷۹۸/۴۴
انحراف معیار	۳/۴۰	۱۹/۶۰	۳/۴۸	۳۱/۰۲	۳/۰۸	۸۵/۱۴	۳/۷۷	۵۱/۸۹	۰/۹۹	۲۰۹/۸۱
ضریب تغییرات	۱۶/۷۱	۲۱/۲۶	۱۹/۴۷	۱۸/۱۹	۲۰/۳۶	۱۶/۰۷	۲۵/۱۷	۱۶/۱۲	۶/۴۰	۱۹/۸۷
بیشینه	۲۷/۶۶	۱۲۶/۷۹	۲۶/۲۹	۲۳۵/۵۱	۲۴/۷۷	۷۸۵/۸۳	۲۵/۲۷	۴۲۸/۲۲	۱۷/۲۵	۱۵۷۶/۶۳
کمینه	۱۲/۸۲	۴۳/۹۸	۱۰/۸۰	۱۲۶/۸۸	۹/۱۹	۴۲۹/۰۳	۷/۳۱	۲۳۶/۰۱	۱۲/۵۲	۷۹۸/۴۴
چولگی	۰/۴۴	۰/۰۸-	۰/۷۵	۰/۳۹	۰/۸۱	-۱/۰۹	۰/۹۱	۰/۱۴	۰/۸۳-	-۰/۷۶
کشیدگی	۲/۳۷	۱/۹۴	۲/۴۸	۱/۹۶	۳/۲۹	۳/۶۰	۲/۸۷	۱/۹۸	۳/۳۸	۲/۵۲
دامنه تغییرات	۱۴/۸۵	۸۲/۸۲	۱۵/۴۹	۱۰۸/۶۳	۱۵/۵۸	۳۵۶/۸۰	۱۷/۹۶	۱۹۲/۲۱	۴/۷۴	۷۷۸/۱۹
درصد پوشش	۴۰/۲		۲۷/۱		۸/۱		۲۳/۲		۱/۴	

منطقه بسیار معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) نیز بیشتر به‌صورت نوار باریکی بخش‌های ساحلی دریای خزر را شامل می‌شود و با ۱/۴ درصد کمترین مساحت را در بین مناطق آب‌وهوایی حاصل دارد (شکل ۲). میانگین بارش در این منطقه به بالاترین مقدار در بین مناطق حاصل یعنی ۱۰۵۵/۹۲ میلی‌متر رسیده است. در این منطقه تغییرات مکانی بارش نسب به دما بیشتر است. منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) نیز با ۸/۱ درصد از مساحت کشور بیشتر به‌صورت هسته‌های کوچکی امتداد کوه‌های زاگرس و یا به‌صورت نواری حاشیه جنوبی ساحل دریای خزر را در بر می‌گیرد (شکل ۲). میانگین بارش در این منطقه برابر با ۵۲۹/۶ میلی‌متر و حداکثر و حداقل رخداد بارش آن به ترتیب برابر با ۷۸۵/۸۳ میلی‌متر و ۴۲۹/۰۳ میلی‌متر است. در این منطقه همانند سایر مناطق دما از ضریب تغییرات مکانی بیشتری نسبت به بارش برخوردار است (جدول ۳).

۳-۲- منطقه‌بندی آب‌وهوایی دوره دوم (۱۹۸۵-۱۹۷۶)

با اجرای تحلیل خوشه‌ای بر روی متغیرهای دما و بارش در این دوره نیز همانند دوره قبل، ۵ منطقه شناسایی شد که نمودار حاصل از باکس پلات تعداد منطقه‌های مناسب در شکل ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیار کم و دمای بسیار زیاد) بیشتر نواحی جنوب شرق کشور و بخش‌های زیادی از نواحی مرکزی ایران را در بر می‌گیرد که شامل استان‌های سیستان و

بلوچستان، بیرجند، یزد، بندرعباس و بخش‌های از سمنان و قم است. منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) تیز بیشتر بخش‌های شمال غربی و شمال شرق کشور و همچنین به‌صورت نواری حاشیه ارتفاعات زاگرس را در بر می‌گیرد (شکل ۳). منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) تقریباً وضعیتی مشابه با دوره اول دارد با این تفاوت که از گستره آن کاسته شده است (شکل ۳). منطقه بسیار معتدل و مرطوب هم همانند دوره اول به‌صورت نوار باریکی حاشیه غربی دریای خزر را در بر می‌گیرد.



شکل ۳- طبقه‌بندی آب‌وهوا بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته طی دوره (۱۹۸۵-۱۹۷٦)

بررسی وضعیت طبقه‌بندی آب‌وهوای در دوره دوم (۱۹۸۵-۱۹۷٦) بیانگر این است که مناطق آب‌وهوایی دستخوش تغییرات قابل محسوسی شده است به‌طوری‌که در این دوره به شدت از گستره مناطق مرطوب و معتدل کاسته شده و بر عکس مناطق گرم و خشک و بسیار گرم و خشک بر وسعت آن‌ها افزوده شده است. برای مثال منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) از ۲۳/۲ درصد در دوره اول (۱۹۷۵-۱۹٦۵) به ۷/۸

درصد در دوره دوم (۱۹۸۵–۱۹۷٦) رسیده است و نشان می‌دهد که این منطقه تقریباً ١٦ درصد کاهش داشته است. از طرفی دیگر منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) از ۸/۱ درصد در دوره اول (۱۹۷۵–۱۹٦۵) به ٤/۲ درصد در دوره دوم رسیده است که حدود ٤ درصد کاهش را نشان می‌دهد. در واقع در دوره دوم (۱۹۸۵–۱۹۷٦) منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) بیشتر به‌صورت هسته‌های کوچک و محدود به استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، شهرکرد، خرم‌آباد، سنندج و همچنین حاشیه شرقی ساحلی دریای خزر شده است. از طرفی دیگر گستره منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) از ٤۰/۲ درصد در دوره اول به ۵۵/۲ درصد در دوره دوم رسیده است. در این دوره بخش‌های زیادی از کرمان، بیرجند و سمنان که در دوره اول (۱۹۷۵–۱۹٦۵) دارای آب‌وهوای گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) بوده است در دوره دوم دارای آب‌وهوای بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) می‌باشد. از طرفی دیگر بخش‌های زیادی از شمال غرب که در دوره اول دارای وضعیت آب‌وهوایی سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) بودند در این دوره آب‌وهوای گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) را تجربه کرده است. در این دوره با وجود اینکه از وسعت منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) کاسته شده است اما میانگین بارش بر عکس افزایش چشمگیری داشته است به‌طوری‌که میانگین بارش در این دوره برای این منطقه به ۵٦۲/٦ میلی‌متر و دما به ١٦ درجه سلسیوس رسیده است (جدول ٤).

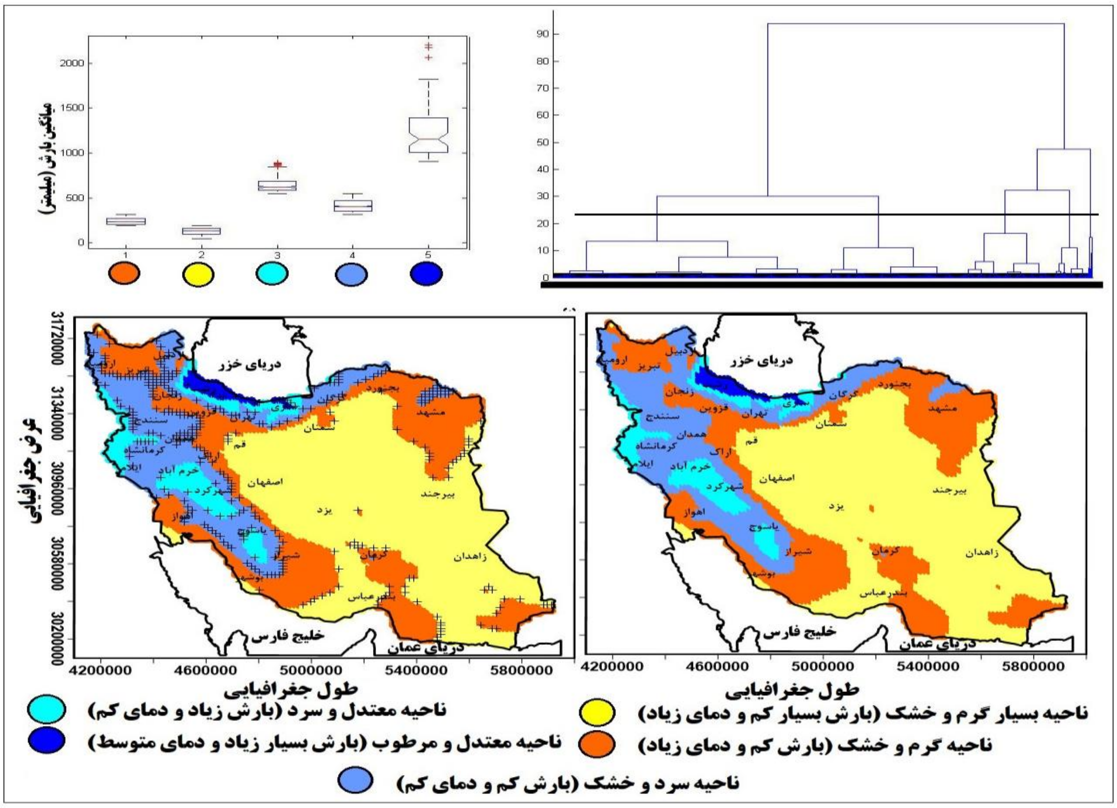
جدول ٤- مشخصات توصیفی مناطق آب‌وهوایی برای دوره ۱۹۷۵–۱۹٦۵

منطقه	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ٤		منطقه ۵	
پارامتر	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	١٦	۵٦۲/٦	۱۵/۹	۷۷۳/٦	۱۵/۲	۱۳۰۹/۸	۱۵/۰	۳۳۰/۸	۱۹/۰	۱۵۵/٦
میانه	١٦/۳	۵۵۹/۸	۱۵/۵	۷۳۵/۱	۱۵/۳	۱۲٤۰/۹	۱۳/۸	۳۱۵/٦	۱۸/٦	۱۵٦/۱
مد	۷/٤	٤۸٦/٤	۷/۳	٦۵٤/٦	۱۳/۰	۱۱۰۱/۸	٦/۱	۲٤۳/۰	۱۸/۸	٤۷/٤
انحراف معیار	٤/۱	٤٦/٤	۳/۱	۱۰٦/٤	۰/۸	۱۷۸/۲	٤/۵	٦٤/٤	۳/٦	۵۰/۹
ضریب تغییرات	۲۵/۹	۸/۲	۱۹/۵	۱۳/۸	۵/٤	۱۳/٦	۲۹/۹	۱۹/۵	۱۸/۹	۳۲/۷
بیشینه	۲۳/۹	٦۵۳/۲	۲۳/۳	۱۰۷٦/٦	١٦/٤	۱۷۵٤/۵	۲۵/۵	٤۸۵/۵	۲٦/۸	۲٤۲/۷
کمینه	۷/٤	٤۸٦/٤	۷/۳	٦۵٤/٦	۱۳/۰	۱۱۰۱/۸	٦/۱	۲٤۳/۰	۱۱/٤	٤۷/٤
چولگی	۰/۱-	۰/۱	۰/۳	۱	۰/۹-	۱–	۰/۹	۰/۷	۰/٤	۰/۱-
کشیدگی	۱/۹	۱/۹	۲/۷	۲/۹	۳/۵	۳/۰	۲/۷	۲/۵	۲/۳	۱/۹
دامنه تغییرات	١٦/۵	١٦٦/۸	١٦/۱	٤۲۲	۳/۵	٦۵۲/٦	۱۹/٤	۲٤۲/۵	۱۵/٤	۱۹۵/۳
درصد پوشش	۷/۸		٤/۲		/۷۸		۳۲/٤		۵۵/۲	

بر اساس نتایج حاصل میانگین بارش در منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) از ۵۲۹/٦۹ میلی‌متر در دوره اول (۱۹۷۵–۱۹٦۵) به ۷۳۳/٦ میلی‌متر در دوره دوم (۱۹۸۵–۱۹۷۵) رسیده است. میانگین بارش در منطقه بسیار معتدل و مرطوب نیز در دوره دوم تقریباً به ۱۳۰۹/۸ میلی‌متر رسیده است که نسبت به دوره قبل تقریباً ۲۸۰ میلی‌متر افزایش داشته است از طرفی دیگر ضریب تغییرات مکانی دما در این دوره نسبت به دوره اول (۱۹۷۵–۱۹٦۵) بسیار کمتر بوده است. میانگین بارش در منطقه بسیار گرم و خشک در این دوره برابر با ۱۵۵/٦ میلی‌متر و دما برابر با ۱۹ درجه سلسیوس است. بر این اساس نسبت به دوره اول بارش تقریباً ٤۰ میلی‌متر افزایش و دما ۱ درجه سلسیوس کاهش یافته است. در مجموع می‌توان گفت با وجود اینکه در این دوره مناطق گرم و خشک افزایش پیدا کرده است بر عکس میانگین بارش هم افزایش قابل محسوسی داشته است (شکل ۳).

۳-۳- منطقه‌بندی آب‌وهوایی دوره سوم (۱۹۹۵-۱۹۸٦)

طبقات آب‌وهوایی طی دوره سوم (۱۹۹۵–۱۹۸٦) نسبت به دوره قبل تغییرات قابل توجهی را تجربه کرده است به‌طوری‌که بر گستره منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) افزوده شده است. به‌طوری‌که مساحت آن به ۱۷/۷ درصد رسیده است. به‌طور کلی تغییرات طبقات آب‌وهوایی در این دوره تقریباً شبیه به دوره اول (۱۹۷۵–۱۹٦۵) است (شکل ٤).



شکل ٤- طبقه‌بندی آب‌وهوا بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته طی دوره (۱۹۹۵-۱۹۸٦)

در دوره سوم (۱۹۹۵-۱۹۸٦) منطقه سرد و خشک شامل استان‌های سنندج، همدان، کرمانشاه و بخش‌های از ایلام، لرستان، آذربایجان شرقی، گرگان و تهران می‌باشد (شکل ٤). در این دوره میانگین بارش در این منطقه ٤۱۲/۸ میلی‌متر و دما ۱٤/٦ درجه سلسیوس است (جدول ۵). با وجود اینکه در این دوره بر گستره منطقه سرد و خشک افزوده شده است اما بر عکس میانگین بارش نسبت به دوره قبل کاهش قابل توجهی داشته است. اختلاف نمایه‌های مرکزی بارش و به‌ویژه دما در منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) بسیار زیاد است که بیانگر افت خیز روزانه شدید دما و بارش در این منطقه می‌باشد. ضریب تغییرات بالای دما با ۲۸/٦ درصد تأییدی بر این ادعا می‌باشد (جدول ۵). بر اساس نتایج در این دوره از وسعت منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) و منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) کاسته شده است به‌طوری‌که این وضعیت برای منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) چیزی حدود ٦/۵ درصد و برای منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) ۷/۵ درصد بوده است (جدول ۵). در این دوره بخش‌های از ایران که در دوره قبل از آب‌وهوای بسیار گرم و خشک (بارش بسیار کم و دمای بسیار زیاد) برخوردار بوده است دارای آب‌وهوا گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) است برای مثال می‌توان به

بخش‌های از استان‌های اصفهان، سمنان، کرمان و بندرعباس اشاره کرد (شکل ٤) و برعکس در بخشی از استان‌ها که در دوره دوم دارای آب‌وهوا گرم و خشکی بودند در دوره سوم دارای آب‌وهوای سرد و خشک می‌باشند که در این زمینه می‌توان به استان‌های قزوین، زنجان، سنندج، تبریز، ارومیه، کرمانشاه و همدان اشاره کرد (شکل ٤).

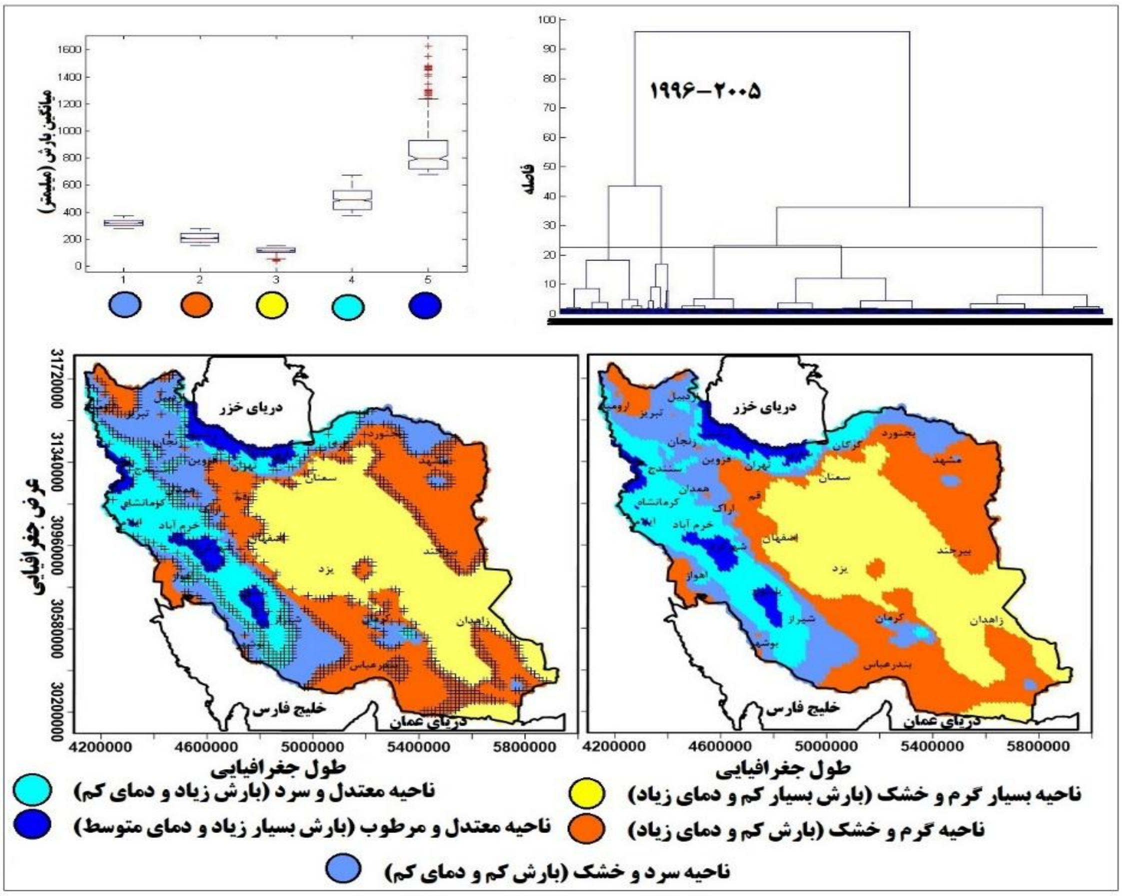
جدول ٥- مشخصات توصیفی مناطق آب‌وهوای برای دوره ۱۹۹۵-۱۹۸٦

منطقه	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ٤		منطقه ٥	
پارامتر	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۱۷/٦	۲٤۰/۹	۱۹/٥	۱۲۹/۸	۱٥/٦	٦٤۳/٦	۱٤/٦	٤۱۲/۸	۱٥/۳	۱۲٤۱/٦
میانه	۱٥/۷	۲۳٦/۰	۱۹/۳	۱۳۱/۷	۱٥/٤	٦۱۹/۸	۱۳/۱	٤۰٤/٦	۱٥/٥	۱۱٥۱/۸
مد	۸/۷	۱۸۸/۲	۱۷/۰	٤۷/٦	۱۰/۲	٥٤٦/۱	۸/۲	۳۱۲/۷	۱۱/۷	۹۰۷/۹
انحراف معیار	٥/۱	۳٦/۹	۳/۲	۳٥/۹	۳/۰	۸۱/۰	٤/۲	٦۸/۲	۱/۲	۳۰٤/۷
ضریب تغییرات	۲۹	۱٥/۳	۱٦/۳	۲۷/٦	۱۹/٤	۱۲/٦	۲۸/٦	۱٦/٥	۷/۹	۲٤/٥
بیشینه	۲٦/۷	۳۱۲/۳	۲۷/۱	۱۸۸/۱	۲۳/۱	۸۹۱/٤	۲٥/۲	٥٤٥/۱	۱۷/۰	۲۲۰۰/۸
کمینه	۸/۷	۱۸۸/۲	۱۱/۹	٤۷/٦	۱۰/۲	٥٤٦/۱	۸/۲	۳۱۲/۷	۱۱/۷	۹۰۷/۹
چولگی	۰/٤	۰/۳	۰/٥	۰/۱	۰/٤	۱	۰/۹	۰/۳	۱/۲-	۱/۳
کشیدگی	۱/۷	۱/۸	۲/٦	۱/۸	۲/٤	۳/٤	۲/٦	۱/۹	٤/۰	٤/٥
دامنه تغییرات	۱۸	۱۲٤/۱	۱٥/۲	۱٤۰/٥	۱۲/۹	۳٤٥/۳	۱۷/۰	۲۳۲/٤	٥/٤	۱۲۹۲/۹
درصد پوشش	۲٦/٦		٤۸/٦		٦/۲		۱۷/۷		/۹	

میانگین بارش در منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) در این دوره برابر با ۱۲۹/۸ میلی‌متر است که نسبت به دوره قبل تقریباً ۳۰ میلی‌متر کاهش یافته است (جدول ٥). همچنین میانگین دما ۰/٥ درجه سلسیوس افزایش داشته است. گستره مکانی منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) در دوره سوم (۱۹۹٥-۱۹۸٦) نسبت به دوره دوم (۱۹۸٥-۱۹۷٦) از تغییرات قابل توجهی برخوردار نبوده است به‌طوری‌که در این دوره گستره مکانی تحت پوشش منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) تقریباً ۹/ ۰ درصد بوده است. میانگین بارش در این منطقه تقریباً ۱۲٤۱ میلی‌متر بوده است که نسبت به دوره قبل نزدیک به ٦۰ میلی‌متر کاهش داشته است. این وضعیت برای منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) تقریباً مشابه با منطقه معتدل و مرطوب می‌باشد به‌طوری‌که میانگین بارش برای منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) نسبت به دوره قبل تقریباً ۱۳۰ میلی‌متری کاهش داشته است که این میزان کاهشی نسبت به سایر مناطق در مقایسه با دوره‌های قبل بیشترین میزان کاهش می‌باشد (جدول ٥).

۳-٤- منطقه‌بندی آب‌وهوایی دوره چهارم (۲۰۰۵-۱۹۹٦)

منطقه بندی آب‌وهوایی در دوره چهارم همانند سه دوره قبلی در پنج منطقه قابل تقسیم می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که طبقات آب‌وهوایی در دوره چهارم (۲۰۰۵-۱۹۹٦) به‌ویژه در طبقات مرطوب و معتدل از تغییرات قابل محسوسی برخوردار بوده است (شکل ۵).



شکل ۵- طبقه‌بندی آب‌وهوا بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۹٦)

در دوره چهارم (۲۰۰۵-۱۹۹٦) با وجود اینکه طبقات معتدل و مرطوب نسبت به دوره قبل از گستره بیشتری برخوردار بوده است اما میانگین بارش کاهش چشمگیری داشته است. برای مثال منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) به وجود اینکه به لحاظ گستره مکانی تقریباً ۳ درصد افزایش یافته است اما میانگین بارش تقریباً ۳۵۰ میلی‌متر کاهش داشته است. ضریب تغییرات مکانی بارش و دما در این دوره نسبت به دوره قبل از تغییرات قابل توجهی برخوردار نبوده است (جدول ٦). از طرفی دیگر منطقه

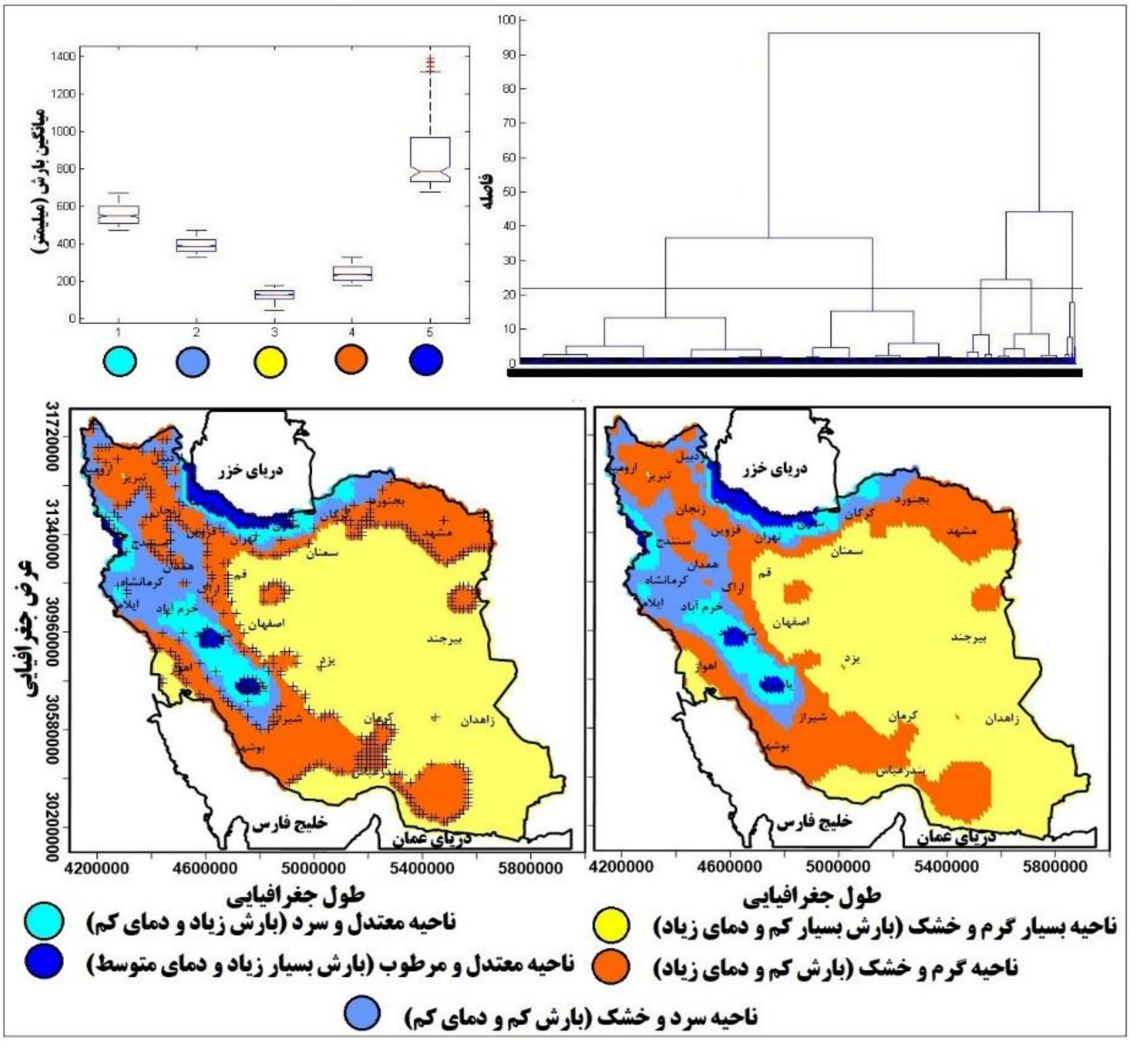
معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) ۱۵/۸ درصد از مساحت ایران را به خود اختصاص داده است که نسبت به دوره قبل تقریباً ۱۰ درصد افزایش یافته است (شکل ۵). در دوره چهارم (۲۰۰۵–۱۹۹۶) بخش‌های زیادی از امتداد کوه‌های زاگرس و غرب کشور که در دوره قبل دارای آب‌وهوا سرد و خشک بودند دارای آب‌وهوای معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) هستند؛ بنابراین بیشترین تنوع تغییرات منطقه‌ای ایران در دوره چهارم نسبت به دوره سوم در ارتفاعات زاگرس رخ داده است. میانگین بارش منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) برابر با ۴۹۳/۷ میلی‌متر است که نسبت به دوره قبل کاهش چشمگیری داشته است (شکل ۵). منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) در دوره چهارم (۲۰۰۵–۱۹۹۶) تقریباً ۳۰/۲ درصد از مساحت ایران را در بر می‌گیرد که نسبت به دوره قبل تقریباً ۱۸ درصد کاهش داشته است. این ۱۸ درصد کاهش نیز در بیشتر مکان‌ها جای خود را به آب‌وهوا منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) داده است. منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) در دوره چهارم ۳۴ درصد از مساحت ایران را پوشش داده است که نسبت به دوره قبل تقریباً ۸ درصد افزایش یافته است. میانگین بارش در منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) برابر با ۲۰۹/۶ میلی‌متر می‌باشد که نسبت به دوره سوم (۱۹۹۵–۱۹۸۵) تقریباً ۳۰ میلی‌متر کاهش داشته است.

جدول ۶- مشخصات توصیفی مناطق آب‌وهوای برای دوره ۲۰۰۵–۱۹۹۶

منطقه	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ۴		منطقه ۵	
پارامتر	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۱۶	۳۱۹/۳	۱۸/۹	۲۰۹/۶	۲۰	۱۱۳/۹	۱۶/۳	۴۹۳/۷	۱۵/۸	۸۶۷/۷
میانه	۱۳/۷	۳۱۸/۴	۱۷/۴	۲۰۴/۸	۲۰	۱۱۴/۶	۱۵/۵	۴۸۷/۱	۱۵/۷	۷۹۷/۸
مد	۸/۳	۲۷۹/۲	۱۵/۶	۱۵۲/۰	۱۹/۶	۳۸/۸	۲۱/۰	۳۶۸/۷	۹/۳	۶۷۴/۷
انحراف معیار	۵/۴	۲۴/۴	۴/۹	۳۶/۸	۲/۸	۲۲/۲	۴/۵	۸۴/۱	۳/۰	۲۰۲/۵
ضریب تغییرات	۳۳/۸	۷/۶	۲۵/۶	۱۷/۶	۱۳/۸	۱۹/۵	۲۷/۵	۱۷/۰	۱۹/۱	۲۳/۳
بیشینه	۲۶/۲	۳۶۸/۲	۲۷/۰	۲۷۸/۹	۲۷/۳	۱۵۱/۸	۲۶/۱	۶۷۲/۸	۲۴/۰	۱۶۲۷/۵
کمینه	۸/۳	۲۷۹/۲	۸/۸	۱۵۲/۰	۱۳/۸	۳۸/۸	۷/۹	۳۶۸/۷	۹/۳	۶۷۴/۷
چولگی	۰/۶	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۲	۰/۴-	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۱/۶
کشیدگی	۱/۸	۱/۹	۱/۷	۱/۸	۳/۲	۲/۷	۲/۱	۱/۹	۲/۷	۵/۱
دامنه تغییرات	۱۷/۹	۸۸/۹	۱۸/۲	۱۲۶/۹	۱۳/۵	۱۱۳/۱	۱۸/۲	۳۰۴/۱	۱۴/۷	۹۵۲/۸
درصد پوشش	۱۵/۸		۳۴		۳۰/۲		۱۵/۸		۴/۱	

۳-۵- منطقه‌بندی آب‌وهوایی دوره پنجم (۲۰۱۵–۲۰۰۶)

بررسی وضعیت آب‌وهوا در دوره پنجم حاکی از کاهش قابل توجه مناطق معتدل و مرطوب و بـر عکـس افزایش گستره منطقه بسیارگرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) می‌باشد. برای مثال بخش‌ها زیـادی از کرمان که در دوره چهارم (۲۰۰۵–۱۹۹٦) از آب‌وهوای گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) و بعضاً منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) و منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) برخوردار بود در دوره پنجم دارای آب‌وهوای بسیار گرم و خشک (بارش بسیار کم و دمای بسیار زیاد) است (شکل ٦).



شکل ٦- طبقه‌بندی آب‌وهوا بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته طی دوره (۲۰۱۵–۲۰۰٦)

در این دوره منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) به‌طور وسیعی (تقریباً ۵۰/۳) بخش‌های زیادی از شرق (بیرجند و استان سیستان بلوچستان)، مرکز (کرمان، یزد، اصفهان و سمنان) و

جنوب (بندرعباس و بخش‌هایی از شرق خوزستان) ایران را پوشش داده است. با وجود اینکه در این دوره گستره تحت پوشش منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) نسبت به دوره قبل افزایش داشته است به همان تناسب میانگین بارش نیز افزایش یافته است. میانگین بارش در این منطقه در دوره پنجم تقریباً ۱۲۹ میلی‌متر و دما ۲۰/۷ درجه سلسیوس می‌باشد. میانگین بارش نسبت دوره قبل تقریباً ۱٦ میلی‌متر افزایش داشته است. منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) در این دوره ۲۹/۲ درصد از مساحت ایران را پوشش داده است که نسبت به دوره قبل تقریباً ۵ درصد کاهش داشته است. در این دوره بخش‌های زیادی از بوشهر و اهواز که در دوره قبل از آب‌وهوا سرد و خشک برخوردار بوده است در دوره پنجم جای خود را به آب‌وهوا گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) داده است. همچنین میانگین بارش در این منطقه نسبت به دوره قبل تقریباً ۳۱ میلی‌متر افزایش داشته است. با این تفاسیر ضریب تغییرات مکانی در منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) نسبت به دوره قبل بسیار کمتر شده است و بر عکس ضریب تغییرات مکانی دما افزایش چشمگیری را تجربه کرده است (جدول ۷).

جدول ۷- مشخصات توصیفی مناطق آب‌وهوای برای دوره ۲۰۰۵-۱۹۹٦

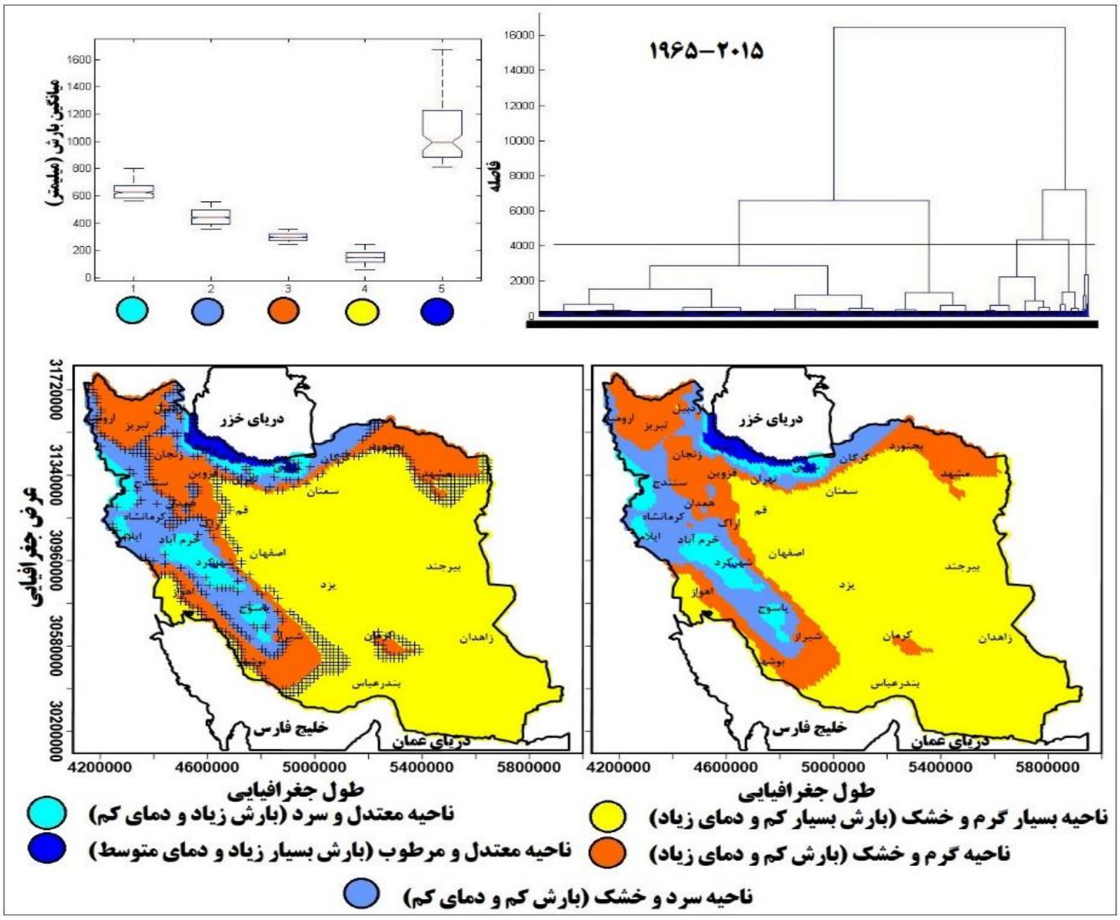
	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ٤		منطقه ۵	
	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۱٦/۳	۵۵۵/٦	۱۵/۳	۳۹۲/۱	۲۰/۷	۱۲۹/۰	۱۸/۲	۲٤۱/٦	۱۵/۲	۸٦۸/۸
میانه	۱٦/۱	۵٤۸/٤	۱٤/۱	۳۸۸/۹	۲۰/۰	۱۳۰/۵	۱٦/٤	۲۳٦/۱	۱۵/٦	۷۸٤/۷
مد	۱۰/۱	٤۷۳/۸	۷/٤	۳۲۹/٤	۱۲/۵	٤۷/۹	۲٦/۰	۱۷۹/۷	۱۰/۰	٦۷۷/۲
انحراف معیار	۳/۳	۵٤/۱	٤/۰	۳۸/۲	۳/۵	۲۸/۸	۵/۲	٤۲/٦	۱/۹	۱۸۷/۷
ضریب تغییرات	۲۰/۱	۹/۷	۲٦/۱	۹/۸	۱٦/۷	۲۲/۳	۲۸/٦	۱۷/٦	۱۲/٦	۲۱/٦
بیشینه	۲٤/٦	٦۷۱/٦	۲٦/۰	٤۷۲/۷	۲۷/۸	۱۷۹/۵	۲۷/۸	۳۲۹/۰	۱۹/۷	۱۳۸۹/۰
کمینه	۱۰/۱	٤۷۳/۸	۷/٤	۳۲۹/٤	۱۲/۵	٤۷/۹	۸/٤	۱۷۹/۷	۱۰/۰	٦۷۷/۲
چولگی	۰/۳	۰/٤	۱	۰/۳	۰/٤	۰/۲-	۰/٤	۰/۳	۰/۵-	۱/۲
کشیدگی	۲/۳	۲/۱	۳/۱	۲/۰	۲/۲	۲/۱	۱/۷	۱/۹	۲/۹	۳/۳
دامنه تغییرات	۱٤/٤	۱۹۷/۸	۱۸/٦	۱٤۳/۳	۱۵/۳	۱۳۱/٦	۱۹/٤	۱٤۹/۳	۹/۷	۷۱۱/۸
درصد پوشش	۲		۱۲/۷		۵۰/۳		۲۹/۲		۲/۱	

در دوره پنجم (۲۰۱۵-۲۰۰٦) منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) و منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) بیشتر محدود به نواحی مرتفع کشور و توپوگرافی شده است. برای مثال منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) بیشتر در امتداد کوه‌های زاگرس و بخش‌های بسیار کمی از غرب کشور و ارتفاعات زاگرس را در بر گرفته است. میانگین بارش در این منطقه در دوره پنجم به ۵۵۵/٦

میلی‌متر رسیده است که نسبت به دوره قبل تقریباً نزدیک به ٦۲ میلی‌متر افزایش داشته است. در منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) ضریب تغییرات مکانی دما نسب به بار در این دوره بیشتر می‌باشد برای مثال ضریب تغییرات دما در این منطقه به ۲۰/۱ درصد رسیده است. ضریب تغییرات مکانی زیاد دما بیانگر افت خیز روزانه این عنصر در منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) می‌باشد (جدول ۷). همچنین کشیدگی بالای ۲ برای هر دو عنصر دما و بارش بیانگر ناهمگون بودن توزیع دما و بارش در منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) باشد که تائیدی دیگر بر پراکندگی بالای دما و بارش در این منطقه می‌باشد. منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) نسبت به دوره قبل تقریب ۲ درصد کاهش را داشته است و همانند سایر دوره‌های این منطقه بیشتر محدود به بخش‌های ساحلی دریای خزر و همچنین به‌صورت هسته‌های کوچکی در زاگرس میانی می‌باشد. میانگین بارش در منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) در دوره پنجم (۲۰۱۵-۲۰۰٦) به ۸٦۸/۸ میلی‌متر رسیده است که نسبت به دوره قبل از تغییرات قابل توجهی برخوردار نبوده است در بعد تغییرات مکانی هم تغییرات قابل توجهی را نسبت به دوره قبل تجربه نکرده است. در مجموع می‌توان گفت به سمت دوره‌های اخیر از وسعت منطقه‌های مرطوب به شدت کاسته شده است و بر عکس بر وسعت منطقه‌های گرم و خشک افزوده شده است.

۳-٦- منطقه بندی آب‌وهوایی ایران در دوره (۲۰۱۵-۱۹٦۵)

بررسی وضعیت منطقه بندی آب‌وهوای ایران طی دوره ۲۰۱۵-۱۹٦۵ بیانگر این است که همانند طبقات آب‌وهوای دوره‌ای، بیشتر مساحت ایران را منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) پوشش داده است (شکل ۷).



شکل ۷- طبقه‌بندی آب‌وهوا بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل سیلهوته طی دوره (۲۰۱۵-۱۹٦۵)

منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) بیشتر استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، یزد، بندرعباس، سمنان، اصفهان، قم، بیرجند و بخش‌های غربی استان خوزستان را شامل می‌شود (شکل ۷). میانگین بارش در این منطقه برابر با ۱٤۹/۷ میلی‌متر است. نمایه‌های مرکزی بارش در این منطقه بسیار زیاد می‌باشد که بیانگر ضریب تغییرات مکانی بالای بارش در این منطقه می‌باشد. همچنین کشیدگی مثبت و بالای ۲ تائیدی دیگر بر نایکنواخت بودن توزیع بارش و ناهمگون بودن آن می‌باشد (جدول ۸). بعد از منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) بیشترین مساحت ایران تحت سیطره منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) می‌باشد (شکل ۷). این منطقه بخش‌های زیادی از مشهد، بجنورد، زنجان، تبریز، شیراز، بوشهر و اهواز را شامل می‌شود. میانگین بارش در این منطقه برابر با ۲۹۷/٦ میلی‌متر و میانگین دما برابر ١٦/١ درجه سلسیوس است. در این منطقه برخلاف منطقه بسیار گرم و خشک دما از ضریب تغییرات مکانی بسیار بالایی برخوردار است به‌طوری‌که ضریب تغییرات دما به ۲۹/۳ درصد رسیده است. ضریب تغییرات

بارش برابر با ۱۰/۵ درصد می‌باشد. کشیدگی بارش و دما در این منطقه مثبت که برای بارش برابر با ۱/۹ و برای دما برابر با ۲/۸ است (جدول ۸).

جدول ۸- مشخصات توصیفی مناطق آب‌وهوای برای دوره ۲۰۰۵-۱۹۶۵

	منطقه ۱		منطقه ۲		منطقه ۳		منطقه ۴		منطقه ۵	
	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۱۴/۸	۶۳۹/۹	۱۵/۱	۴۴۵/۰	۱۶/۱	۲۹۷/۶	۱۹/۷	۱۴۹/۷	۱۵/۳	۱۰۶۶/۰
میانه	۱۵/۴	۶۲۵/۲	۱۴/۵	۴۴۳/۸	۱۳/۵	۲۹۶/۸	۱۹/۳	۱۴۷/۲	۱۵/۶	۹۹۰/۷
مد	۱۱/۰	۵۵۹/۱	۸/۸	۳۵۵/۷	۸/۷	۲۴۵/۷	۱۹/۴	۶۱/۳	۱۱/۸	۸۱۲/۲
انحراف معیار	۳/۰	۶۳/۵	۴/۱	۵۸/۴	۴/۴	۳۱/۱	۳/۶	۴۴/۴	۱/۲	۲۱۹/۴
ضریب تغییرات	۱۹/۰	۹/۹	۲۶/۵	۱۳/۱	۲۹/۳	۱۰/۵	۱۸/۵	۲۹/۶	۷/۸	۲۰/۶
بیشینه	۲۴/۰	۷۹۹/۳	۲۴/۴	۵۵۸/۲	۲۵/۵	۳۵۵/۴	۲۷/۱	۲۴۵/۵	۱۷/۱	۱۶۷۲/۵
کمینه	۱۱/۰	۵۵۹/۱	۸/۸	۳۵۵/۷	۸/۷	۲۴۵/۷	۱۲/۰	۶۱/۳	۱۱/۸	۸۱۲/۲
چولگی	۰/۶	۰/۸	۰/۶	۰/۱	۱/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۱/۱-	۰/۸
کشیدگی	۲/۷	۲/۶	۲/۱	۱/۸	۲/۸	۱/۹	۲/۲	۲/۱	۳/۶	۲/۷
دامنه تغییرات	۱۳/۰	۲۴۰/۲	۱۵/۷	۲۰۲/۵	۱۶/۷	۱۰۹/۷	۱۵/۱	۱۸۴/۱	۵/۳	۸۶۰/۳
درصد پوشش	۴/۷		۱۳/۶		۱۷/۷		۶۲/۹		۱/۲	

پوشش و گستردگی منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) تقریباً وضعیتی مشابه با منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) دوره (۲۰۱۵-۲۰۰۶) را دارد. منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) در مجموع ۱۳/۶ درصد از مساحت کشور را پوشش داده است که بخش‌های زیادی از استان‌های کهگیلویه و بویر احمد، کرمانشاه، ایلام، کردستان، لرستان و همچنین بخش‌های شمالی تهران و گرگان را در بر می‌گیرد. میانگین بارش در منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم) برابر با ۴۴۵ میلی‌متر است. منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) نیز بیشتر به‌صورت لکه‌هایی در استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، لرستان و بخش‌های از کرانه‌های جنوبی خزر مشاهده می‌شود و تنها ۴/۷ درصد از مساحت ایران را در بر می‌گیرد (جدول ۹). بیشینه رخداد بارش در منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم) برابر با ۷۹۹/۳ میلی‌متر و کمینه آن نیز برابر با ۵۵۹/۱ میلی‌متر است. بر اساس نتایج کمترین مساحت تحت پوشش ایران در این دوره مربوط به منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط) است که بیشتر حاشیه ساحلی دریای خزر را در بر گرفته است. میانگین بارش در این منطقه برابر با ۱۰۶۶ میلی‌متر است. بیشینه و کمینه رخداد بارش در این منطقه به ترتیب برابر با ۱۶۷۲/۵ و ۸۱۲/۲ میلی‌متر است. در این منطقه بارش از ضریب تغییرات مکانی بیشتری نسبت به دما برخوردار است (جدول ۹).

جدول ۹- پوشش و گستردگی مناطق آب‌وهوایی طی دوره‌های مختلف

	مناطق آب‌وهوایی طی دوره‌های مختلف	د. ۱	د. ۲	د. ۳	د. ٤	د. ٥	کل
	منطقه معتدل و مرطوب (بارش بسیار زیاد و دمای متوسط)	۱/٤	۰/۷۸	۰/۹	٤/۱	۲/۱	۱/۲
	منطقه معتدل و سرد (بارش زیاد و دمای کم)	۸/۱	٤/۲	٦/۲	۱٥/۸	٥/٦	٤/۷
	منطقه سرد و خشک (بارش کم و دمای کم)	۲۳/۲	۷/۸	۱۷/۷	۱٥/۸	۱۲/۷	۱۳/٦
	منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد)	٤۰/۲	٥٥/۲	٤۸/٦	۳۰/۲	٥۰/۳	٦۲/۹
	منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد)	۲۷/۱	۳۲/٤	۲٦/٦	۳٤	۲۹/۲	۱۷/۷

٤- نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی تغییرات مناطق آب‌وهوایی ایران طی دوره‌های ۱۰ ساله (۱۹۷٥-۱۹٦٥، ۱۹۸٥-۱۹۷٦، ۱۹۹٥-۱۹۸٦، ۲۰۰٥-۱۹۹٦، ۲۰۱٥-۲۰۰٦) است. بدین منظور از داده‌های دما، رطوبت، بارش، باد و ساعت آفتابی طی دوره ۱۹٦٥ تا ۲۰۱٥ استفاده شد و با استفاده از تحلیل عاملی و خوشه‌ای طبقه‌بندی آب‌وهوایی ایران صورت گرفت. نتایج حاصل پنج منطقه آب‌وهوایی شامل منطقه معتدل و مرطوب، منطقه معتدل و سرد، منطقه سرد و خشک، منطقه بسیار گرم و خشک و منطقه گرم و خشک طی دوره‌های مختلف را نشان داد. منطقه بسیار گرم و خشک و گرم خشک بیشتر بخش‌های مرکز، شرق و جنوب شرق را شامل می‌شود. همچنین منطقه سرد و خشک بیشتر شمال غرب و حاشیه‌های پست ارتفاعات زاگرس و غرب را در بر گرفته است. منطقه معتدل و سرد نیز به‌صورت هسته‌هایی در بخش‌های از ارتفاعات زاگرس و البرز مشاهده می‌شود. همچنین منطقه معتدل و مرطوب به‌صورت کمانی حاشیه ساحلی دریای خزر را شامل می‌شود. نتایج حاصل با نتایج مطالعات خسروی و همکاران (۱۳۹٤)، مسعودیان (۱۳۸۲) و **حیدری و علیجانی (۱۳۸۷)** مطابقت دارد. بررسی تغییرات منطقه‌ای آب‌وهوای ایران نیز نشان داد که بیشترین تغییرات مکانی طی پنج دوره موردبررسی مربوط به منطقه بسیار گرم و خشک، منطقه گرم و خشک و منطقه سرد و خشک است. به‌طوری‌که اگر وسعت یک منطقه مثلاً منطقه سرد و خشک کاهش پیدا می‌کرد وسعت دو منطقه دیگر افزایش پیدا می‌کرده است. این تغییرات در دوره اول و دوم کاملاً مشهود است. در دوره اول منطقه بسیار گرم و خشک، ٤۰/۲ درصد و منطقه سرد و خشک تقریباً ۲۳/۲ درصد از گستره ایران را پوشش داده است این در حالی است که در دوره دوم (۱۹۸٥-۱۹۷٦) این دو منطقه به ترتیب ٥٥/۲ و ۸/۷ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. در دوره دوم بیشترین گستره ایران مربوط به دو منطقه بسیار گرم و خشک و گرم و خشک است به‌طوری‌که این دو منطقه درمجموع بیش از ۸۸ درصد از مساحت ایران را در بر گرفته است. در دوره سوم (۱۹۹٥-۱۹۸٦) با وجود اینکه دو منطقه بسیار گرم و خشک و گرم و خشک همانند دوره دوم (۱۹۸٥-۱۹۷٦) غالب بوده است اما در این دوره از وسعت این دو منطقه کاسته شده است و بر وسعت منطقه سرد و خشک افزوده شده است. در دوره چهارم وضعیتی مشابه با دوره اول است با این تفاوت که در دوره

چهارم منطقه سرد و مرطوب از گستره مکانی بیشتری برخوردار است. در دوره پنجم نیز تقریباً وضعیتی مشابه با دوره دوم است به‌طوری‌که دو منطقه بسیار گرم و خشک (بارش بسیارکم و دمای زیاد) و منطقه گرم و خشک (بارش کم و دمای زیاد) غالب بوده است. همچنین در دوره اخیر از وسعت منطقه سرد و مرطوب به‌طور قابل‌توجهی کاسته شده است. درمجموع می‌توان گفت که مناطق آب‌وهوایی در ایران طی دوره‌های مختلف از جابجای مکانی شدیدی برخوردار بوده است به‌طوری‌که به سمت دوره‌های اخیر بر وسعت مناطق گرم و خشک و بسیار گرم و خشک افزوده شده است و بر عکس از وسعت مناطق سرد و خشک و سرد و معتدل کاسته شده است. نتایج حاصل با مطالعات دوستکامیان و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد به‌طوری‌که نتایج نشان دادند که پهنه‌های گرمای دمایی ایران به سمت دوره‌های اخیر علاوه بر اینکه به لحاظ گستره مکانی به سمت عرض‌های بالاتر (به سمت عرض‌های شمالی و تقریباً ۳/۲ درصد) کشیده شده است نسبت به دوره‌های اخیر ۱/۳ درجه سلسیوس افزایش داشته است. درحالی‌که پهنه‌های دمایی سرد ایران به سمت دوره‌های اخیر علاوه بر اینکه از وسعت مکانی آن‌ها کاسته شده است مقدار دمای آن‌ها هم افزایش قابل محسوسی داشته است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از سازمان هواشناسی کشور به خاطر در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات لازم و همچنین از همکاری مرکز ملی اقلیم و مدیریت بحران خشکسالی تشکر و قدردانی می‌کنند.

منبع مقاله

این مقاله حاصل کار پژوهشی مستقل نویسندگان است.

کتابنامه

- اقبالی، آرزو؛ بابائیان، ایمان؛ آزادی، مجید؛ حبیبی نوخندان، مجید؛ زرین، آذر؛ ۱٤۰۱. پیکربندی بهینه مدل RegCM4.5 مبتنی بر پهنه‌های اقلیمی برای پیش‌بینی بارش دوره پربارش ایران (نوامبر- می)، مطالعه موردی: سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱٤. *پژوهش‌های اقلیم شناسی*، ۱۳ (٤۹)، ۱٤-۱.

https://clima.irimo.ir/article_152061.html

- حیدری، حسن؛ علیجانی، بهلول؛ ۱۳۸۷. طبقه‌بندی آب‌وهوای ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۷، ۷٤-۵۷.

https://www.sid.ir/paper/421952/fa

- خسروی، محمود؛ آرامش، محسن؛ ۱۳۹۱. پهنه‌بندی آب‌وهوای استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی-خوشه‌ای. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۳ (۲)، ۱۰۰-۸۷.

https://gep.ui.ac.ir/article_18543.html

– خسروی، محمود؛ نظری پور، حمید؛ ۱۳۸۹. کاربرد تحلیل خوشه‌ای در شناسایی ویژگی‌های روزهای بارش (ایستگاه خاش)، *فضایی جغرافیایی*، ۲۱، ۹۰ – ٦٥.

https://www.sid.ir/paper/91523/fa

– دوستکامیان، مهدی؛ ۱۳۹۳. *تغییرات زمانی و مکانی آب قابل بارش جو ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، استاد راهنما: حسین عساکره، دانشگاه زنجان.

https://ganj.irandoc.ac.ir//#/articles/a1e01a943460fcf13910f4ddc543d9be

– دوستکامیان، مهدی؛ حقیقی، اسماعیل؛ بور بوری، رضا؛ ۱۳۹٦. واکاوی و شناسایی تغییرات مکانی پهنه‌های گرم و سرد دمایی ایران طی دوره‌های مختلف. فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، ٦، ۱٤۱–۱٦۲.

https://geoeh.um.ac.ir/article_31213.html

– سلیقه، محمد؛ بریمانی، فرامرز؛ اسمعیل نژاد، مرتضی؛ ۱۳۸۷. پهنه‌بندی آب‌وهوای استان سیستان و بلوچستان. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ٦(۱۲)، ۱۰۱–۱۰٦.

https://gdij.usb.ac.ir/article_1245.html

– سلیمانی، مختار؛ رضایی، شیما؛ ولی زاده، کمال؛ ۱۳۹۲. پهنه‌بندی آب‌وهوای استان‌های: تهران، قزوین، قم با استفاده از تحلیل عاملی– خوشه‌بندی، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار، دانشگاه صنعت هوایی، تهران.

https://civilica.com/doc/265795

– شائمی برزکی، اکبر؛ آروین، عباسعلی؛ علیخانی، سحر؛ ۱۳۹٥. بررسی و پهنه‌بندی شاخص‌های آب‌وهوا کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری.*جغرافیای طبیعی*، ۹(۳۳)، ۸۳–۹٤.

https://sid.ir/paper/184982/fa

– شیری کریم وندی، امین؛ طاهریان زاد، الله مراد؛ ۱۳۹٦. پهنه‌بندی آب‌وهوای پهنه‌ی خراسان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، اولین همایش اندیشه‌ها و فناوری‌های نوین در علوم جغرافیایی، گروه جغرافیای دانشگاه زنجان، زنجان.

https://civilica.com/doc/679374

– عساکره، حسین؛ دوستکامیان، مهدی؛ ۱۳۹٥. منطقه‌بندی آب‌وهوای آب قابل بارش جو ایران‌زمین. *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۰(٥۸)، ۱۸۱–۲۰۲.

https://www.sid.ir/paper/203697/fa

– فرشادفر، عزت الله؛ ۱۳۸۹. *اصول و روش‌های آماری چند متغیره*. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه.

https://www.adinehbook.com/gp/product/9645551919

– قاسمی فر، الهام؛ ناصرپور، سمیه؛ ۱۳۹۳. پهنه‌بندی آب‌وهوای منطقه زاگرس. *فصلنامه علمی– پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر*، ۲۳(۸۹)،٥٤–٦۰.

https://www.sepehr.org/article_13044.html

– گل کار، حمیدرضا؛ رضایی نژاد، محمد؛ طاووسی، مجتبی. (۱۳۹٥. پهنه‌بندی اقلیمی استان خراسان جنوبی با نرم‌افزارGIS ، حفاظت منابع آب و خاک، ٦ (۱)، ٤۷–٦۲.

https://www.sid.ir/paper/232209/fa

– منتظری، مجید؛ بای، ناصر؛ ۱۳۹۱. پهنه‌بندی آب‌وهوا منطقه خزری بـا اسـتفاده از روش‌هـای آمـاری چنـد متغیـره، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۷ (۲)، ۹۰–۷۷.
https://jgr.ui.ac.ir/article_17932.html
– موحدی، سعید؛ حیدری، بهروز؛ هاشمی عنا، سید کرامت؛ رنجبر، فیروز؛ ۱۳۹۱. پهنه‌بندی نواحی آب‌وهوایی اسـتان خوزستان، *فضای جغرافیایی*، ۱۲ ، ٦٤–۷۳.
https://www.sid.ir/paper/91574/fa
– نظری پور، حمید؛ دوستکامیان، مهدی؛ اسدی، آرزو؛ بیات، علی؛ ۱۳۹۳. منطقه‌بنـدی آب‌وهـوای جنـوب و جنـوب غرب ایران با رویکرد برنامه‌ریزی منطقه‌ای. *برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۱۵، ۱۱۹–۱۳۲.
https://www.sid.ir/paper/230515/fa

- Cabrera, L., Azpra Romero, E., Zarraluquisuch, V., Gay Garcia, C. and. Estrada Porrua, F., 2012. Cluster analysis for validated climatology stations using precipitation in Mexico, Atmosphere. 25, 339-354.
https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/33694.
- Davies, DL., Bouldin, DW., 1979. A cluster separation measure. IEEE T. Pattern. Anal. 1, 224-227. https://ieeexplore.ieee.org/document/4766909.
- Harding, A. E., Gachon, P. Nguyen, V., 2010. Replication of atmospheric oscillations, and their patterns, in predictors derived from Atmosphere-Ocean Global Climate Model output. International Journal of Climatology, 31 (12): 1841-1847. https://doi.org/10.1002/joc.2191.
- Kalkstein, L., Tan, G., Skindlov, J A., 1987. An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification, j climate and apple metrological. 26, 717- 730. https://doi.org/10.1175/1520-0450(1987)026<0717:AEOTCP>2.0.CO;2.
- Lam Tony N.T., Wan, Kevin K.W., Wong, S.L., Lam, Joseph C., 2010. Long-Term Trends of Heat Stress and Energy Use Implications in Subtropical Climates, Applied Energy. 87,608-612. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.05.014.
- Lobell, D B., Bonfils, C., 2008. The effect of irrigation on regional temperatures: A spatial and temporal analysis of trends in California, 1934–2002, J. Climate., 21, 2063–2071. https://doi.org/10.1175/2007JCLI1755.1.
- Majdi, F., Hosseini, S.A., Karbalaee, A., Kaseri, M., Marjanian, S., 2022. Future projection of precipitation and temperature changes in the Middle East and North Africa (MENA) region based on CMIP6. Theor Appl Climatol. 147, 1249–1262. https://doi.org/10.1007/s00704-021-03916-2.
- Mesgari, E., Hosseini, S.A., Hemmesy, M.S., Houshyar, M., Golzari Partoo, L., 2022. Assessment of CMIP6 models' performances and projection of precipitation based on SSP scenarios over the MENAP region. Journal of Water and Climate Change.13 (10): 3607–3619. https://doi.org/10.2166/wcc.2022.195.
- Michailidou, C., Maheras, P., Arseni-Papadimititriou, A., Kolyva-Machera, F. nagnostopoulou, A., 2009. Study of weather types at Athens and Thessaloniki and their relationship to circulation types for the cold-wet period, part I: two-step cluster analysis, Theor Appl Climatol. 97,163-177. https://doi.org/10.1007/s00704-008-0057-x.
- Steiner, D., 1965. A multivariate statistical approach to climatic regionalization and classification, East African Agricultural and Forestry Journal, 50 (2), 329-347. https://kalrorepository.kalro.org/items/f6106bb6-72dc-497c-a88f-3d6172b64eb1.